

加网线数对数字印刷品空间非均匀性质量的影响

李不言

(上海出版印刷高等专科学校, 上海 200093)

摘要: 加网线数的不同对数字印刷品空间非均匀性质量会产生较大影响,通过空间非均匀性质量属性及检测设备介绍、质量属性算法说明、检测等过程,得到了 ISO 13660 中规定的测试色块的颗粒度、斑点、空白和噪声功率谱。分别针对同一加网线数不同网点面积率和不同加网线数同一网点面积率两种情况,分析了数据形成原因,并将测试结果与主观判断进行了对比,结果表明,适当提高加网线数可改变数字印刷品空间非均匀性质量。

关键词: 数字印刷; 加网线数; 空间非均匀性

中图分类号: TS801.4; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0123-06

Influence of Screen Line Number on Digital Printing Space Non-uniformity

LI Bu-yan

(Shanghai Publishing and Printing College, Shanghai 200093, China)

Abstract: Screen line number has a great impact on digital printing quality of space non-uniformity. The quality attributes of space non-uniformity, testing equipment, algorithm of quality attribute, and testing process were introduced. The test blocks's granularity, mottle, blank, and noise power spectrum specified in the ISO 13660 were obtained. The situations of the same screen line number with different dot area rate and the different screen line number with the same dot area rate were analyzed for the causes of data formation. The test result was compared with subjective judgments. The result showed that increasing screen line number can improve the digital printing quality of space non-uniformity.

Key words: digital printing; screen line number; space non-uniformity

调幅加网技术 AM 在数字印刷中普遍采用,它是通过改变网点尺寸大小来模拟该网点所代表的色调,完成从像素值到网点大小的映射,叠加形成各种颜色的加网方法^[1]。调幅网点具有网点中心位置固定、各网点相互距离不变的特点,其具体特征可用网点面积率、网点形状、加网角度、加网线数 4 个参数来表示,笔者主要探讨网点面积率及加网线数对数字印刷品空间非均匀性质量的影响。

1 数字印刷品空间非均匀性质量测试

1.1 数字印刷品空间非均匀性

数字印刷品空间非均匀性是指理想填充区域经印刷系统作用后引起的密度波动,其中理想填充区域

代表印品中的大面积印刷区域(如色块)。由较大密度波动所引起的空间非均匀性,在视觉上通常表现为图像的颗粒感、斑点和条纹等。

1.2 数字印刷品空间非均匀性质量属性

ISO 13660 标准是迄今为止唯一在其说明部分明确指出适用于单色数字印刷品质量检测的国际标准,针对数字印刷品空间非均匀性,标准中规定了颗粒度、斑点、空白 3 项具体质量属性,尚在开发中的 ISO 19751 彩色数字印刷品质量标准对空间非均匀性也给出了条纹、斑点、空白、噪声等质量属性建议,因其还未公布,所涉及的属性测试及数据分析均以 ISO 13660 为依据。

1.3 数字印刷品空间非均匀性质量测试设备

目前根据待测印刷品图像采集方式不同,数字印

收稿日期: 2012-06-21

作者简介: 李不言(1983-),男,甘肃人,硕士,上海出版印刷高等专科学校助教,主要研究方向为印刷品质量检测、实训教学。

刷品质量检测设备可分为基于照相机和基于平板扫描仪 2 种,所有检测数据均是采用基于平板扫描仪的数字印刷品质量检测设备得到的。此设备工作原理是将待测印品进行扫描(扫描分辨率需不小于 600 dpi),随后将扫描稿导入设备配套质量分析软件,使用软件中设置的各种质量属性进行检测分析。传统的印刷品质量检测设备,如密度仪、分光光度计等,并不能检测 ISO 13660 中规定的相关质量属性。

2 数字印刷品空间非均匀性质量属性算法

2.1 密度标定

ISO 13660 第五部分(属性及属性度量)给出了空间非均匀性质量属性颗粒度、斑点、空白的定义及具体算法,而这些算法均是基于图像密度数据的,要想设备正确计算空间非均匀性质量属性,就必须对设备进行密度标定。

设计密度标定卡,见图 1。将 0 ~ 255 灰度等分为

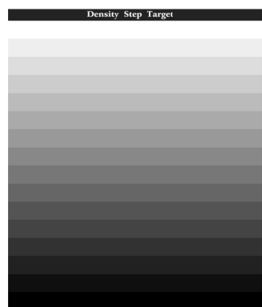


图 1 密度标定卡

Fig. 1 Density calibration card

16 个等级(0, 17, 34, 51, 68, 85, 102, 119, 136, 153, 170, 187, 204, 221, 238, 255),在数字印刷机(或高分辨率打印机)上输出该密度标定卡。使用密度计等设备测量输出密度标定卡各灰度等级的密度和实际灰度,将测量值进行二次曲线拟合,得到灰度与密度的关系(见图 2),即完成了密度标定。对于待测印品图像上的灰度值,利用当今的检测技术是很容易测量的,因此就可根据各点的灰度测量值,由拟合出的灰度-密度关系计算对应的密度值,然后将密度值带入 ISO 13660 中的质量属性算法,得出相关质量属性参数。需要特别指出的是,无论图像采集方式是照相机还是扫描仪,设备都必须经过良好的密度标定后才可使用。

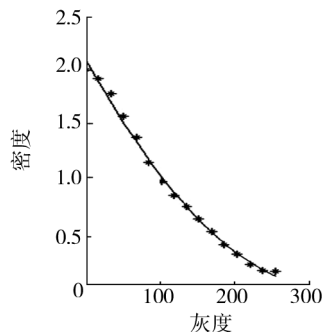


图 2 灰度-密度拟合曲线

Fig. 2 Fitting curve of grey scale-density

2.2 数字印刷品空间非均匀性质量属性算法

2.2.1 颗粒度

根据 ISO 13660 定义,颗粒度是指所有方向上空间频率大于 0.4 cycles/mm 的非周期性密度波动,在视觉上表现为印刷品表面的颗粒感^[1]。ISO 13660 规定颗粒度算法为:将待测量区域划分成 100 个互不重叠的小正方形(即子测量区域),对每一个小区域执行 900 次间隔均匀的密度测量,得到各子测量区域密度的平均值 D_i (如式 1);根据测量得到的密度数据和平均密度计算各测量子区域的标准离差 σ_i (如式 2);最后利用每一个小正方形密度测量数据的标准离差计算兴趣区域的颗粒度 Y (如式 3)。

$$D_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j \quad (1)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n (d_j - D_i)^2 \right]} \quad (2)$$

$$Y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N \sigma_i^2} \quad (3)$$

式中: i 为标记测量子区域的编号; d_j 为每一次测量得到的密度; n 表示在每一个小正方形内执行的测量次数,按照 ISO 13660, n 取 900; Y 为颗粒度测量值; N 为按兴趣区域划分的测量子区域数量,通常 N 取 100。

因设备进行了密度标定,颗粒度算法中的密度测量转化为对每个小区域灰度值的测量,然后根据灰度-密度拟合曲线,由灰度测量值计算出对应密度,最后根据 ISO 13660 规定的算法得出颗粒度。

2.2.2 斑点

根据 ISO 13660 定义,斑点为所有方向上空间频率小于 0.4 mm⁻¹ 的非周期性密度波动,在视觉上几何尺寸明显大于颗粒度,容易在正常观察距离上感觉

到^[1]。斑点特征与颗粒度唯一的不同是以 0.4 mm^{-1} 频率为界,前者代表低频分量,后者代表高频分量。ISO 13660 规定的斑点算法和颗粒度没有原则区别,因而可以使用统一的标准偏差计算式:

$$Y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n (d_j - D_i)^2 \right]} \quad (4)$$

式中:各参数意义同式(1)~(3)。斑点和颗粒度在设备中计算方法相同。

2.2.3 空白算法

根据 ISO 13660 定义,空白(Volt)是指大面积区域内可以看见的空洞和缝隙,尺寸大到可通过裸眼在标准距离下彼此独立地辨别^[1]。ISO 13660 规定空白最小尺寸为 $100 \mu\text{m}^2$,计算方法为空白总面积与测量区域面积之比。

需要说明的是,以上空间非均匀性质量属性定义及算法均由 ISO 13660 规定,除正在发开中的 ISO 19751 以外,并无其他标准定义数字印刷品的客观质量属性和算法,而颗粒度、斑点、空白就成为唯一有国际标准提供定义和算法的空间非均匀性质量属性,因此上述算法具有科学性、严谨性。

3 数字印刷品空间非均匀性质量测试及分析

3.1 测试图设计

图像内容本身具有空间非均匀性特点,试图从图像自身内容准确了解由印刷系统导致的空间非均匀性难度很大,因此只能通过均匀填充面积测试块来测量数字印刷机图像复制的空间非均匀性^[2]。在大面积填充区域印刷时颗粒度、斑点、空白不可避免,所以在测试图设计时并不需要特别模拟这几种缺陷,只需正常印刷即可。综合上述要求,测试图设计见图3。

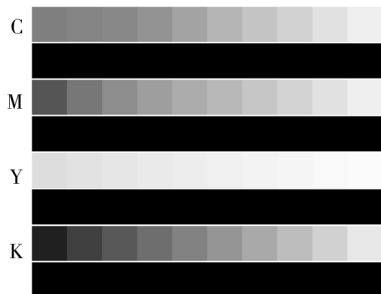


图3 测试图

Fig. 3 Test figure

测试图中包含 CMYK 色调梯尺,梯尺色块面积符合标准要求,网点面积率步长为 10%,即 100% - 10%。每条梯尺下方设有黑色“屏蔽”条,其主要作用是避免相邻色调梯尺反射光线互相影响。使用惠普 Indigo 5500 数字印刷机分别采用 144, 175, 230 lpi 3 种加网线数对测试图进行输出,纸张选用 250g 铜板纸。输出后青色网点放大图像见图4。

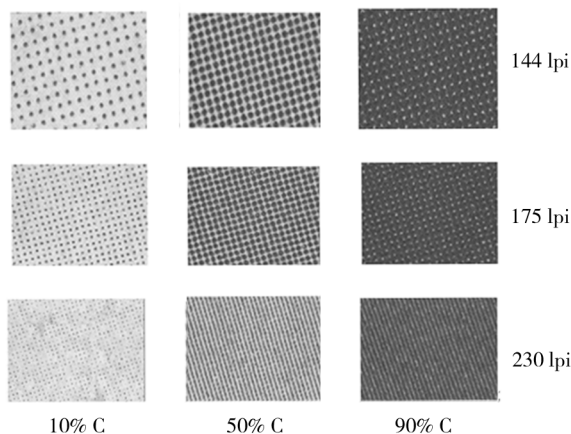


图4 不同加网线数青色梯尺的网点

Fig. 4 Cyan ladder dot figure with different screen line number

3.2 颗粒度测试及分析

对3种加网线数下输出的图3进行扫描,并在检测设备中得到各色梯尺的色块颗粒度,以青色为例(其他色块检测结果类似),其颗粒度曲线见图5。

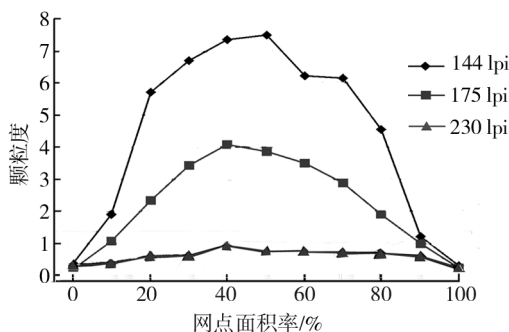


图5 不同加网线数青色块颗粒度曲线

Fig. 5 Cyan granularity curve with different screen line number

通过青色颗粒度曲线(图5)可以看出,在同一加网线数条件下,颗粒度随网点面积率增大呈现先上升再下降的趋势,最大颗粒度出现在40%~50%网点面积率处;在不同加网线数条件下,颗粒度随加网线数的增大而整体降低,其中230 lpi时,颗粒度维持在1以下且上下波动很小。

对于同一加网线数,随着网点面积率从 0% 增加到中间调 50% 时,网点尺寸也逐步增大,50% 时网点尺寸达到最大值。从颗粒度的定义出发可看出颗粒度实质是密度的波动,波动越大颗粒度越大,因此不难解释随着网点尺寸的增大,整幅图像的密度波动也会越大,颗粒度呈现上升趋势。当网点面积率超过 50% 中间调时,虽然网点尺寸仍在持续增大,但整幅图像慢慢接近实地状态,密度波动下降,颗粒度同时出现下降趋势。

对于不同加网线数,随着加网线数的上升,网点尺寸逐步减小,因此从同一加网线数结论可得出,在同一网点面积率条件下低加网线数颗粒度应大于高加网线数颗粒度,总体趋势维持先上升再下降不变。

需要说明的是,在网点面积率 0% 处为纸张空白部分,应不发生密度波动,颗粒度为 0,但检测结果并非如此,对此可解释为纸张结构及错误信号引起的微量墨粉飘落而导致的。网点面积率 100% 处为实地色块,也应无密度波动,颗粒度为 0,对此处检测结果不为 0,可理解为墨粉颗粒自身尺寸非均匀性和融化过程导致的油墨层分布非均匀性而引起。

3.3 斑点测试及分析

对 3 种加网线数下输出的图 3 进行扫描,并在配套软件中得到各色梯尺的色块斑点,以青色为例(其他色块检测结果类似),其斑点曲线见图 6。

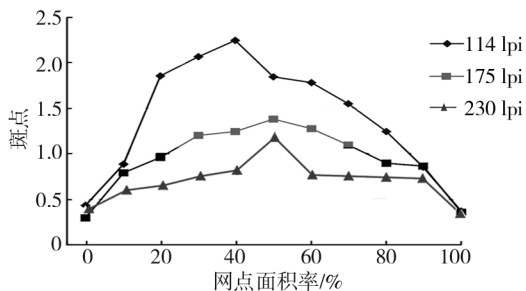


图 6 不同加网线数青色斑点曲线

Fig. 6 Cyan mottle curve with different screen line number

通过青色斑点曲线(图 6)可以看出,在同一加网线数条件下,斑点随网点面积率增大呈现先上升再下降的趋势,最大斑点出现在 40% ~ 50% 网点面积率处;在不同加网线数条件下,斑点随加网线数的增大而整体降低,其中 230 lpi 时,颗粒度维持在 0.5 ~ 1.0 且波动很小。

检测说明斑点整体变化与颗粒度类似,这也再次印证了两者的近似性,事实上斑点和颗粒度对测量设

备的要求、测量和计算方法均无差异,只是一种人为的频率分离,其数据趋势成因分析与颗粒度相同。

需要说明的是,斑点测试数据范围整体低于颗粒度,即斑点在数字印刷图像中出现的数量或几率均小于颗粒度,这是由于斑点的几何尺寸通常大于颗粒度,因此数量上较少则不难理解。

3.4 空白测试及分析

对 3 种加网线数下输出的图 3 进行扫描,并在配套软件中得到各色梯尺的色块空白,以青色为例(其他色块检测结果类似),其空白曲线见图 7。

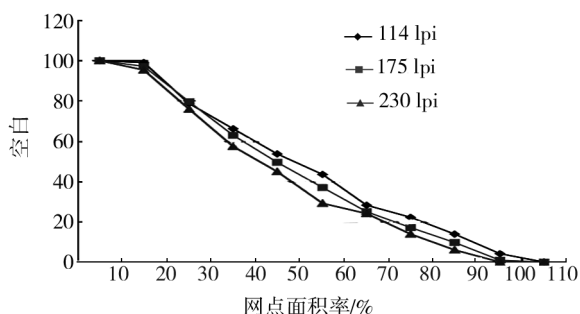


图 7 不同加网线数青色空白曲线

Fig. 7 Cyan blank curve with different screen line number

通过图 7 可以看出,在同一加网线数条件下,空白随网点面积率增大呈现直线下降趋势,最大空白出现在 0% 网点面积率(无印刷图像)处;在不同加网线数条件下,空白随加网线数的增大而整体降低。

对于同一加网线数,随着网点面积率的增大,印品中空白(非图文)部分逐渐减少,最后直至达到实地,见图 4,因此根据空白参数定义的空白区域所占兴趣区域比例减小,导致空白测量数据直线下降。

对于不同加网线数,由传统印刷网点扩大经验可知,随着加网线数的增加网点扩大越发严重,因此在同一网点面积率时,由于高加网线数的网点扩大更加明显,其实际网点面积总和略大于低加网线数网点面积总和,随之网点以外的空白(非图文)部分占整个兴趣区域面积会呈现反向递减。

需要说明的是,此处空白的降低是以网点扩大为代价的,即靠网点扩大来“占领”了空白面积,并非真正意义上的空白缺陷减少。因数字印刷设备的快速发展,由设备本身造成的肉眼可见空白缺陷已不常见,虽然 ISO 13660 中规定了空白也是重要的非均匀性质量属性,但其在实际印刷中的检测意义已远不及颗粒度和斑点。

3.5 噪声功率谱测试及分析

3.5.1 噪声及噪声功率谱

数字印刷空间非均匀性是噪声的空间量表示,如颗粒度、斑点、空白均可理解为二维随机噪声,因此可以认为空间非均匀性和噪声从不同方面反映了数字印刷品的质量缺陷,也可反映印刷系统的图像复制特点。噪声功率谱作为衡量噪声的平均指标,综合描述了印刷图像的空间非均匀性。具体方法是通过找到噪声功率与频率的关系,了解决定噪声能量的主要频率成分,与视觉系统对比度灵敏度结合考虑,以达到改善数字印刷品空间非均匀性质量的目的。

3.5.2 噪声功率谱测试结果

对3种加网线数下输出的图3进行扫描,并在配套软件中测量各色梯尺色块10%、50%、90%网点面积率处的噪声功率谱,以青色为例(其他色块检测结果类似),其噪声功率谱曲线见图8-10。

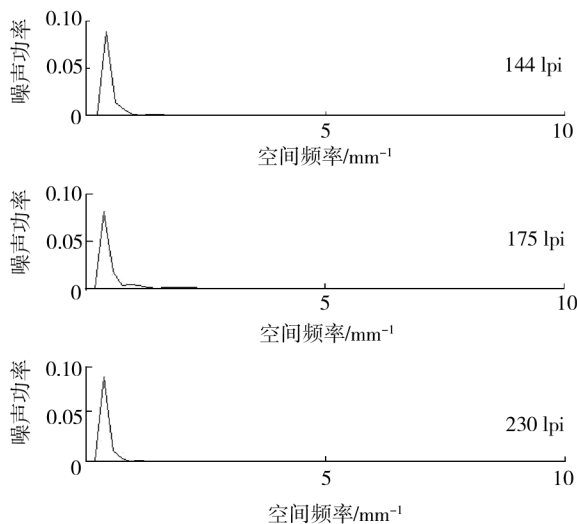


图8 10% 网点面积率处噪声功率谱

Fig. 8 Noise power spectrum at 10% dot area rate

3.5.3 噪声功率谱分析

由于噪声功率谱是所有空间非均匀性缺陷的平均且具有很大的随机性,在数据上不会出现明显规律性,因此其分析只能宏观定性的界定输出图像的空间非均匀性质量。

通过图8-10可以看出,在同一加网线数下,噪声随着随着网点面积率的增大而逐步减少,此结论与颗粒度、斑点、空白相呼应,因在较大网点面积率时,颗粒度、斑点、空白缺陷均趋于最小值,因此作为综合评价的噪声功率谱数据也逐渐减小。

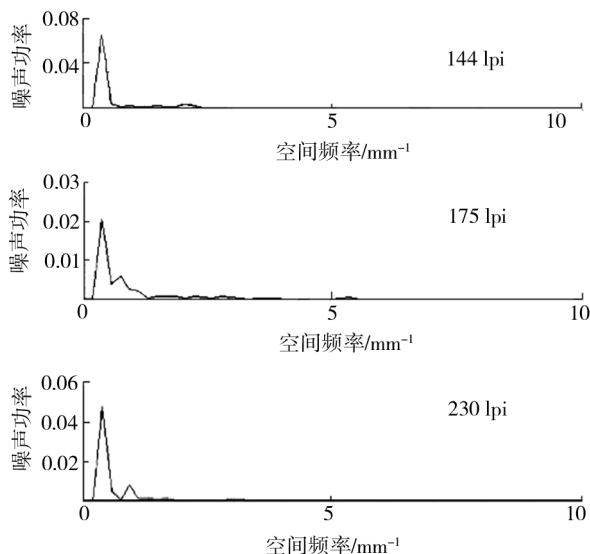


图9 50% 网点面积率处噪声功率谱

Fig. 9 Noise power spectrum at 50% dot area rate

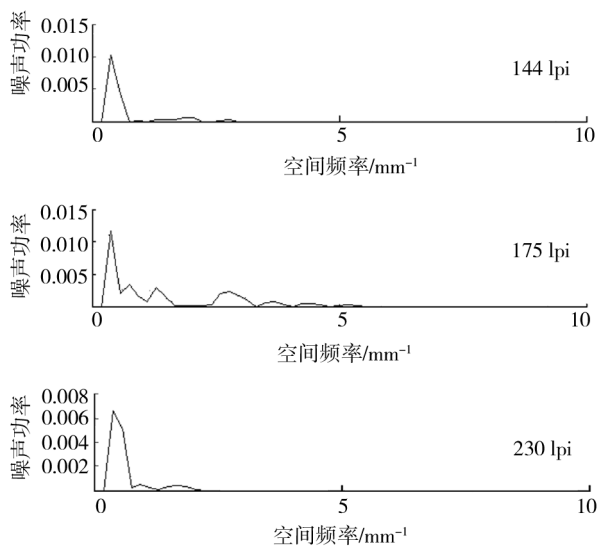


图10 90% 网点面积率处噪声功率谱

Fig. 10 Noise power spectrum at 90% dot area rate

在不同加网线数下,噪声功率谱的变化呈现无规律状态,若固定一个网点面积率,可发现提高加网线数对噪声的整体影响不是很大,只有当选用较高加网线数并输出高网点覆盖率的图像时,才能有效地将噪声控制在很低水平(如图10,230 lpi时最大噪声功率为0.007左右)。

通过对比分析可以看到,无论低加网线数还是高加网线数,噪声都主要集中在频率为 $0 \sim 2 \text{ mm}^{-1}$ 的低频区域,数值均在0.14以下,虽然低频区域的噪声相

对高频较易被裸眼察觉,但因为数量较少,需很仔细观察才能发现,因此对印品空间非均匀性质量影响不大。

4 客观检测与主观判断的一致性

虽然客观检测方法可以使质量检测评价结果更加科学统一,但印刷品强烈的视觉属性注定了主观判断是不可避免的,因此有必要讨论以上客观检测结果与主观判断的一致性。用眼睛或放大镜观察不同加网线数下输出的青色梯尺(见图 11,其他色块类似),

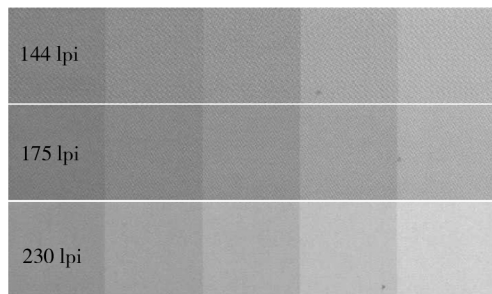


图 11 不同加网线数青色梯尺(局部)

Fig. 11 Cyan ladder figure with different screen line number (Local)

可明显感觉到随着加网线数的增大,在同一网点面积率下图像精细程度逐渐上升,如在 144 lpi 下可明显看到的各网点面积率处的颗粒感、露白,在 230 lpi 时已基本消失,或者说在 230 lpi 时的颗粒感和露白人眼已很难辨别。此直观的主观感受正好与以上客观检测数据吻合,即随着加网线数的上升,在同一面积覆盖率下,颗粒度、斑点、空白测量值均有所下降。

5 结论

在数字印刷中,同种纸张在印刷条件相同的情况下,可通过提升加网线数来减小 ISO 13660 中规定的颗粒度、斑点和空白空间非均匀性质量缺陷,使其数值维持在相对较低或上下波动较小的水平上,但对于综合噪声的控制,一味提升加网线数效果并不明显。必须指出的是,过大的加网线数会带来网点扩大的“副作用”,导致图像失去高网点覆盖率部分的细节,因此根据印刷品的图像特征及质量要求选择合理的加网线数,才是控制数字印刷品空间非均匀性质量的

有效途径。

参考文献:

- [1] 姚海根. 数字印刷[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2006.
YAO Hai-gen. Digital Printing[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006.
- [2] 姚海根,孔玲君,郑亮,等. 数字印刷质量检测与评价[M]. 北京:印刷工业出版社,2012.
YAO Hai-gen, KONG Ling-jun, ZHENG Liang, et al. Testing and Evaluation on Quality of Digital Printing[M]. Beijing: Printing Industries Press, 2012.
- [3] 邢云飞,钱军浩. 数字印刷中调频加网线数对印刷质量的影响[J]. 包装工程, 2009, 30(4): 79-81.
XING Yun-fei, QIAN Jun-hao. Influence of Line Density of Frequency Modulated Screening on Quality of Digital Printing[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4): 79-81.
- [4] 孔玲君,刘真,姜中敏. 基于 CCD 的数字印刷质量检测与分析技术[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 92-95.
KONG Ling-jun, LIU Zhen, JIANG Zhong-min. CCD-based Digital Print Quality Measurement and Analysis Techniques[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 92-95.
- [5] BUCZYNSKI Ludwik, BIENIEWSKI Adam. Analyze of Image Quality Parameters on Laser Printouts as Proposal to Extension Standard ISO 13660[C]. IS&Ts NIP20 International Conference on Digital Printing Technologies, 2004.
- [6] 陈路,李小东. 基于数字图像处理的文字印刷质量检测算法研究[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 125-127.
CHEN Lu, LI Xiao-dong. Research of Character Printing Quality Detection Algorithm Based on Digital Image Processing[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 125-127.
- [7] 姚海根. 数字印刷质量的噪声评价[J]. 出版与印刷, 2010(2): 2-5.
YAO Hai-gen. Digital Printing Quality of the Noise Evaluation[J]. Publishing and Printing, 2010(2): 2-5.
- [8] BRIGGS J C, TSE M K. Beyond Density and Color: Print Quality Measurement Using A New Handheld Instrument[C]. International Congress of Imaging Science, 2002.

论坛与资讯

焊接变位机构方案设计及反转机理与定位分析

严学书, 孙全, 夏选琼, 王立存, 李官美

(重庆工商大学, 重庆 400067)

摘要: 针对大型立式全自动包装机小车架焊接的工作需要, 对焊接变位机构方案进行了分析, 研究了其在全自动包装机中的反转机理, 并进行了焊接变位机构的定位分析, 实现了大型立式全自动包装机作业中, 稳定、安全和精确的焊接变位, 取得了较好的生产效果。

关键词: 包装机械; 全自动包装机; 焊接变位机构; 反转机理; 定位分析

中图分类号: TB486⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0129-04

Welding Positioner Mechanism Scheme Design and Its Inversion Mechanism and Orientation Analysis

YAN Xue-shu, SUN Quan, XIA Xuan-qiong, WANG Li-cun, LI Guan-mei

(Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: The welding positioner scheme was analyzed according to the needs of small frame welding work in large vertical automatic packaging machine. The reversal mechanism of the automatic packaging machine was studied. The welding positioner positioning was analyzed. The scheme realizes stable, safe, and precise welding positioning in large vertical automatic packaging operation and achieves good results.

Key words: packaging machinery; automatic packaging machine; welding positioner; inversion mechanism; positioning analysis

焊接变位机构是包装工程制造业中最重要的工艺技术之一, 在包装工程、机械制造、滤油机械、涡轮压缩机械、新能源汽车空调及制冷系统系统等方面的研究和应用越来越广泛。随着科学技术的发展, 焊接变位机构已从简单的构件连接方法和毛坯制造手段, 发展成为制造行业中一项基础工艺和生产尺寸精确的生产手段。随着焊接变位机构件的设计越来越大, 对生产效率的要求也越来越高。传统的手工焊接已不能满足现代高技术产品制造的质量、效率要求。保证焊接变位机构产品质量的稳定性、提高生产率和改善劳动条件, 已成为现代焊接变位机构制造工艺发展亟待解决的问题。通过焊接变位机工作台的翻转, 可使焊缝处于易焊位置。焊接变位与焊接操作机配合使用, 可实现焊接的机械化、自动化, 从而提高立式全

自动包装机工作效率和产品质量。

1 焊接变位机构方案分析

为了保证焊接质量, 需要将竖立焊接的部位翻转为水平焊接, 即需要将小车架侧立 90°。现在的焊接方式是用行车吊立, 工人借助竹梯靠在小车架上作业, 但是行车吊立在空中存在极大的安全隐患。现急需一种焊接变位机构, 以实现小车架的双向 90°稳定且安全的翻转。该小车架是用钢板焊接的组合体, 内部结构较复杂, 且自重大, 不易定位装夹; 同时该厂的厂房空间比较有限, 不适合使用占用空间较大的翻转设备。

1.1 焊接变位方式分析

焊接变位机构已经有一些产品, 但结构和功能上

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 重庆市科技攻关项目(CSTC2011AC6086); 重庆市教委资助项目(KJ110710/113019); 重庆市大学生创新创业训练计划项目(201211799019)

作者简介: 严学书(1947-), 男, 重庆人, 重庆工商大学教授, 主要从事包装机械设计、包装结构等方面的教学和科研工作。